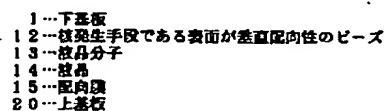


(11)特許出願公開番号



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極を有する一対の基板と、この一対の基板の間に介在されて前記電極間に電圧を印加することによりスプレイ配向から $\pi$ ツイスト配向またはベンド配向に転移する液晶と、前記スプレイ配向から $\pi$ ツイスト配向またはベンド配向への転移を促進する核発生手段とを備えた液晶表示パネル。

【請求項2】 核発生手段が、一対の基板間の中央部の液晶を基板面に対して略垂直配向するものである請求項1記載の液晶表示パネル。

【請求項3】 核発生手段が、一対の基板間のギャップよりも厚みが小さく、その表面が液晶を垂直配向させる性質を有する粒子であり、前記一対の基板間に存在している請求項2記載の液晶表示パネル。

【請求項4】 核発生手段が、一対の基板間のギャップよりも粒径が小さく、その表面が液晶を垂直配向させる性質を有する球状の粒子であり、前記一対の基板間に存在している請求項2記載の液晶表示パネル。

【請求項5】 核発生手段が、一対の基板間のギャップよりも厚みが小さく、その表面が液晶を垂直配向させる性質を有する凸部であり、前記基板上に形成した請求項2記載の液晶表示パネル。

【請求項6】 一対の基板の界面近傍での液晶のプレチルト角が、少なくとも $3^\circ$ 以上である請求項2記載の液晶表示パネル。

【請求項7】 液晶の配向処理はラビングによって行われている請求項2記載の液晶表示パネル。

【請求項8】 一対の基板は配向膜を有し、前記配向膜がポリイミドまたはポリアミク酸を含む材料で形成されている請求項2記載の液晶表示パネル。

【請求項9】 電極は画素ごとに構成され、アクティブマトリクスパネルを形成するための能動素子を各画素毎に設けている請求項2記載の液晶表示パネル。

【請求項10】 全ての画素に対応して、少なくとも1カ所以上の核発生手段を設けた請求項9記載の液晶表示パネル。

【請求項11】 発生したベンド配向または $\pi$ ツイスト配向のドメインが成長できるしきい値電界以上の一対の基板の対向方向に向かう縦電界を、画素間に発生させる手段を有する請求項9に記載の液晶表示パネル。

【請求項12】 液晶に通常の表示状態で加えられる駆動電界以上の大きな電界を電極に加える手段を有する請求項1記載の液晶表示パネル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ネマチック液晶を用い、優れた視角特性をもつOCB方式の液晶表示パネルに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ネマチック液晶を用いた表示パネル（表

示素子）は、液晶分子の配向によっていくつかのモードがある。最も普及しているのは、捻れネマチック（TN）モードであり、その他にホモトロピック（垂直）配向、またはホモジニアス（水平）配向の複屈折モードやゲストホストモード等がある。TNモードはとくに、一方の基板に画素電極毎に能動素子を設けたアクティブマトリクス液晶表示パネルにおいて主流となっている。

【0003】TN液晶は、誘電異方性が正の液晶を、水平配向処理した電極付き基板の間に挟んで、 $90^\circ$ 捻った状態を安定状態とし、このとき液晶の配向に沿って偏波面が $90^\circ$ 度回転し、液晶層を挟んで配置した偏光子と検光子の透過軸を直交させていると、白表示となる（ノーマリホワイトモード）。電圧印加により液晶分子が立つと、入射偏光はそのまま液晶層を進むので、検光子により吸収されて黒表示となる。

【0004】水平配向処理は、通常、ポリイミドをラビングすることにより達成されるが、このときラビング方向に対応して数度程度の液晶のプレチルトが生じる。TN液晶の捻れ方向は、この上下基板でのプレチルト方向により基本的に決まる。つまり、液晶層がスプレイ歪みを伴わないように配向することで捻れ方向が決定される。さらに、逆捻れ配向を防止し、捻れ方向を均一に揃えるために、上下基板でのプレチルト方向と符合させて、液晶中に微量のカイラル物質（光学活性物質）を添加して捻れ方向を決めている。液晶は一方の基板界面近傍から反対側の基板界面近傍まで、ほぼ一様なプレチルトをもって配向する。上下基板間に電圧を印加すると、まず液晶層中央部の液晶分子が初期に与えられたプレチルト方向に立ち上がり、液晶層全体がそれに追従する。

【0005】したがって、液晶の立ち上がる向きはパネル全体で同一であり、パネルを観察する方向によって液晶層の屈折率変化の仕方が違うため、視角方向によって光透過率が大きく変わる。このため、視角方向によってコントラストの大幅な低下や色変化、階調反転などが発生し、視角特性に非常に問題がある。とくにノーマリホワイトモードでは、液晶層中央部の液晶分子の立ち上がり方向（視角方向）から観察する場合とその逆の方向（反視角方向）から観察する場合では、視角特性が大きく異なる。正面から視角方向側では階調反転現象が激しく、反視角方向側ではコントラスト低下が著しく、白浮きが発生する。通常、視角方向は上下方向に設定されるため、TNモードでは上下方向で視角特性が非対称となる。

【0006】このようなTNモードの視角特性を改善するために、多くの方法が提案されている。例えば、「SID 94 DIGEST, 927」に記載されているように、液晶をベンド配向させ、これに光学位相補償フィルムを組み合わせることにより、広い視野角を得るOCB（Optically Compensated

Birefringence) 方式がある。OCB方式は、TN方式に比べて、応答速度が非常に速いという特徴も有しており、非常に魅力的な方式である。

【0007】このOCB方式では、液晶を初期的にはスプレイ配向させておき、使用時に液晶に電界を加えることにより、ベンド配向(またはπツイスト配向)へ配向転移させる必要がある。つまり、電圧を加えることにより液晶が立ち上がると、スプレイ配向の歪みが増大し、安定なベンド配向またはπツイスト配向への転移が起こる。この様子を観察すると、スプレイ配向の中にベンド

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明者らの実験によれば、スプレイ配向からベンド配向またはπツイスト配向への転移を発生させることは容易ではなく、10V以上の相当に高い電圧を必要とする。このような高い電圧を加えることは、一般には駆動電圧の制約があるため困難である。

【0009】また、電界印加により発生するベンド配向またはπツイスト配向のドメインの核発生密度はかなり低く、ドメインが全領域に広がるのには、相当の時間を要する。さらに、全ての画素で転移を起こすことは非常に困難であり、どうしても転移の起こらない画素が残ってしまう。配向転移が起こらず、スプレイ配向のままで残った画素が存在すると、その画素は表示欠陥として認識され、ディスプレイとしての表示品位を大きく低下させる。

【0010】配向欠陥のない均一配向を実現するためには、新たな手段の発明が必要であった。したがって、この発明の目的は、スプレイ配向からベンド配向またはπツイスト配向への転移を効率よく行い、配向欠陥のない均一配向を実現することができる液晶表示パネルを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の液晶表示パネルは、電極を有する一対の基板と、この一対の基板の間に介在されて電極間に電圧を印加することによりスプレイ配向からπツイスト配向またはベンド配向に転移する液晶と、スプレイ配向からπツイスト配向またはベンド配向への転移を促進する核発生手段とを備えたものである。

【0012】請求項1記載の液晶表示パネルによれば、電極間に電圧を印加すると、スプレイ配向の歪みが増大し、スプレイ配向の中にベンド配向またはπツイスト配向をもつ正常ドメインの核が発生し、安定なベンド配向またはπツイスト配向への転移が起こる。このとき、核発生手段によりベンド配向またはπツイスト配向をもつ正常ドメインの核が多く発生し成長し、短時間にドメインが全領域に広がる。このように、核発生手段によ

り、配向ドメインの核発生密度が高くなり、転移が効率よく行なわれ、全体に配向欠陥のない均一配向が可能となる。したがって、高品位なOCB方式の液晶表示パネルを得ることができる。

【0013】請求項2記載の液晶表示パネルは、請求項1において、核発生手段が、一対の基板間の中央部の液晶を基板面に対して略垂直配向させるものである。請求項2記載の液晶表示パネルによれば、請求項1の効果のほか、基板間の中央部の液晶がハイブリッド配向となり、電界印加により発生するベンド配向またはπツイスト配向に近い配向状態を初期からとっていることになり、基板間に電界を印加することにより、ハイブリッド配向部分がさらに安定化し、ベンド配向またはπツイスト配向のドメイン発生核となって、この部分の配向が周りに広がって行く。したがって、全体の配向転移がより一層効率よく行なわれる。

【0014】請求項3記載の液晶表示パネルは、請求項2において、核発生手段が、一対の基板間のギャップよりも厚みが小さく、その表面が液晶を垂直配向させる性質を有する粒子であり、一対の基板間に存在しているものである。請求項3記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、液晶内の全体に分散させやすく、均一な配向が得やすい。

【0015】請求項4記載の液晶表示パネルは、請求項2において、核発生手段が、一対の基板間のギャップよりも粒径が小さく、その表面が液晶を垂直配向させる性質を有する球状の粒子であり、一対の基板間に存在しているものである。請求項4記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、粒径の制御性が優れる。

【0016】請求項5記載の液晶表示パネルは、請求項2において、核発生手段が、一対の基板間のギャップよりも厚みが小さく、その表面が液晶を垂直配向させる性質を有する凸部であり、基板上に形成したものである。請求項5記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、凸部の大きさを制御しやすい。

【0017】請求項6記載の液晶表示パネルは、請求項2において、一対の基板の界面近傍での液晶のプレチルト角を、少なくとも3°以上としている。請求項6記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、ベンド配向またはπツイスト配向のドメインの成長速度を大きくできるとともに、配向を保持するための電界強度は小さくすることができる。すなわち、スプレイ配向とのエネルギー差を大きくして、ベンド配向またはπツイスト配向ドメインを成長しやすくすることができる。

【0018】請求項7記載の液晶表示パネルは、請求項2において、液晶の配向処理がラビングによって行われているものである。請求項7記載の液晶表示パネルによれば、請求項2と同効果がある。請求項8記載の液晶表示パネルは、請求項2において、一対の基板が配向膜を有し、配向膜がポリイミドまたはポリアミック酸を含む

10

20

30

40

50

材料で形成されているものである。

【0019】請求項8記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、配向の安定性に優れる。請求項9記載の液晶表示パネルは、請求項2において、電極が画素ごとに構成され、アクティブマトリクスパネルを形成するための能動素子を各画素毎に設けたものである。

【0020】請求項9記載の液晶表示パネルによれば、請求項2と同効果がある。請求項10記載の液晶表示パネルは、請求項9において、全ての画素に対応して、少なくとも1カ所以上の核発生手段を設けたものである。請求項10記載の液晶表示パネルによれば、請求項9の効果のほか、アクティブマトリクス液晶表示パネルの全ての画素で、確実にスプレィ配向からベンド配向またはπツイスト配向への転移を起こさせ、配向不良による表示欠陥をなくすることができる。

【0021】請求項11記載の液晶表示パネルは、請求項9において、発生したベンド配向またはπツイスト配向のドメインが成長できるしきい値電界以上の一对の基板方向に向かう縦電界を、画素間に発生させる手段を備えたものである。請求項11記載の液晶表示パネルによれば、請求項9の効果のほか、全画素に核発生手段が存在しない場合でも、全画素の配向転移が可能になる。

【0022】請求項12記載の液晶表示パネルは、請求項1において、液晶表示パネルに通常の表示状態で加えられる駆動電界以上の大きな電界を加える手段を備えたものである。請求項12記載の液晶表示パネルによれば、請求項1の効果のほか、より確実に配向転移を起こすことができる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】この発明の第1の実施の形態の液晶表示パネルを図1および図2により説明する。図1

(a)は、この発明の第1の実施の形態の液晶表示パネルの断面模式図である。この液晶表示パネルは以下のように作製した。ITO51付きのガラス製の基板1、20の表面に、ポリイミド配向膜15を形成し、これらの基板1、20を同方向にラビング処理（パラレルラビング）し、直径6μmのスペーサビーズ11を介して、液晶がスプレィ配向するように貼り合わせた。ギャップ形成のためのスペーサ分散時に、直径6μmのスペーサビーズ11と混合して、核発生手段である球状の粒子として直径3μmのシリカビーズ12を分散した。シリカビーズ12の分散密度は、約200個/mm<sup>2</sup>とした。このシリカビーズ12の表面は、疎水性基を有するシランカップリング剤処理を行って、その表面で液晶が垂直配向するように処理している。

【0024】図1(b)は、図1(a)を拡大して、シリカビーズ12の付近の液晶分子13の配向状態を模式的に示したものである。カイラル剤を添加していない屈折率異方性 $\Delta n = 0.134$ 、誘電異方性 $\Delta \epsilon = 9.5$ のフッ素系ネマチック液晶14を注入し、液晶14の等

方相転移温度以上の温度で1時間アニール処理後、室温に冷却した。この状態では、液晶は、スプレィ配向状態となっていた。

【0025】なお、液晶14のプレチルト角を調べるために、同様の配向処理をしたプレチルト評価用セルを作製した。その測定結果より、ここで用いた配向膜15と液晶14の組み合わせで得られるプレチルト角は約5°であることがわかった。この液晶表示パネルの画素電極と共通電極間に5Vの電圧を加えると、当初のスプレィ配向領域がπツイスト配向へと、数秒以内に転移した。

【0026】偏光顕微鏡下で電圧印加時の配向転移の様子を観察すると、表面で液晶を垂直配向処理した3μm直径のシリカビーズ12の部分から効果的に、非常に多数のπツイスト配向の核が発生し、成長していく過程が観察された。図2はこの発明の液晶表示パネルの電圧無印加時における液晶配向状態を模式的に示したものである。上下の一对の基板1、20における液晶分子13の配向方位は図2(a)に示すように基板1、20に略平行で、基板界面付近でのプレチルトは液晶がスプレィ配向するように付与される。このような配向状態の液晶表示パネルの基板1、20間に電界を加えると、図2

(b)に示すように液晶が立ち上がり、スプレィ歪みが非常に大きくなって、図2(c)に示すベンド配向またはπツイスト配向への転移が起こる。液晶分子13がかなり立ち上がった状態では、ベンド配向とπツイスト配向は光学的に非常に近い状態となり、ほぼ等価なものとなすことができる。したがって、ベンド配向へ転移するかπツイスト配向へ転移するかは、大きな問題でない。本発明者らの実験結果によれば、実際には、πツイスト配向への転移が起こる場合が多いと考えている。

【0027】この第1の実施の形態によれば、電極1、20間に電圧を印加すると、スプレィ配向の歪みが増大し、スプレィ配向の中にベンド配向またはπツイスト配向をもつ正常ドメインの核が発生し、安定なベンド配向またはπツイスト配向への転移が起こる。このとき、核発生手段のシリカビーズ12によりベンド配向またはπツイスト配向をもつ正常ドメインの核が多く発生し成長し、短時間にドメインが全領域に広がる。このように、核発生手段のシリカビーズ12により、配向ドメインの核発生密度が高くなり、転移が効率よく行なわれ、全体に配向欠陥のない均一配向が可能となる。したがって、高品位なOCB方式の液晶表示パネルを得ることができる。

【0028】また核発生手段により、一对の基板1、20間の中央部の液晶を基板面に対して略垂直配向させることにより、基板1、20間の中央部の液晶がハイブリッド配向となり、電界印加により発生するベンド配向またはπツイスト配向に近い配向状態を初期からとっていることになり、基板1、20間に電界を印加することにより、ハイブリッド配向部分がさらに安定化し、ベンド

配向またはπツイスト配向のドメイン発生の核となつて、この部分の配向が周りに広がって行く。したがって、全体の配向転移がより一層効率よく行なわれる。

【0029】さらに、核発生手段としてのシリカビーズ12が、一対の基板1、20間のギャップよりも粒径が小さく、その表面が液晶14の液晶分子13を垂直配向させる性質を有する粒子であり、一対の基板間に存在するので、液晶14内の全体に分散させやすく、均一な配向が得やすく、また球状の粒子であるため、粒径の制御性が優れる。

【0030】第1の実施の形態の比較例につきに示す。すなわち、表面を垂直配向処理した直径3μmのシリカビーズ12を分散しなかった以外は、第1の実施の形態と全く同様に形成した液晶表示セルに、5Vの電圧を印加した。スプレイTN配向からπツイスト配向への転移は起こったが、転移には数十秒を要した。また偏光顕微鏡下で電圧印加時の配向転移の様子を観察すると、転移の核発生は、ごく一部のスぺーサビーズのみから起こっており、非常に核発生効率が悪いことがわかった。

【0031】なお、ベンド配向またはπツイスト配向を用いる液晶表示パネルの電圧-透過率特性は急峻性が良くなく、時分割駆動には不向きであるが、各画素毎に能動素子を設けたアクティブマトリクスパネルとして用いることが好ましい。また、第1の実施の形態では、一対の基板1、20間のギャップよりも厚みが小さく、その表面が液晶14を垂直配向させる性質を有する粒子として球状のビーズを用いたが、この発明において、厚みがギャップ以下の粒子であり、ギャップ不良を引き起こさないものであれば、立方体、長方体等の非球状の粒子でも使用可能である。ただし、球状のビーズは、ギャップ不良を引き起こす可能性が低く、分散性にも優れているため、とくに好ましい。

【0032】また粒子の厚み(粒径)は、基板1、20間のギャップすなわちセルギャップ以下であれば良いが、配向転移促進効果を高めるために、セルギャップの半分程度とすることが好ましい。またこの発明の第1の実施の形態に用いる配向膜材料としては、安定性にすぐれたポリイミドまたはポリアミック酸がとくに好ましいが、配向膜15の材質はこれらに限定するものではない。配向処理はラビング処理によるのが一般的であるが、ラビング処理法に限定するものではなく、斜方蒸着法や偏光UV光照射などによっても行うことが可能である。

【0033】この発明の第2の実施の形態を図3により説明する。図3はこの発明の第2の実施の形態の液晶表示パネルの液晶配向状態を模式的に示した断面図である。液晶表示パネルは以下のように作製した。ITO51付きのガラス製の基板1、20の表面に、ポリイミド配向膜15を形成し、これらの基板1、20を同方向にラビング処理(パラレルラビング)し、直径6μmのス

ペーサビーズ(図示せず)を介して、液晶分子13がスプレイ配向するように貼り合わせた。第2の実施の形態では、以下のようにして表面が垂直配向性の凸部41を形成した。ポリイミド配向膜15上に液晶分子13を垂直配向させる性質をもつアクリル系の膜を約3μmの厚みに積層形成し、フォトリソグラフ工程により、一辺10μmの正形状に形成した。この部分の表面では、液晶分子13は垂直配向することになる。このような領域を、9個/mm<sup>2</sup>の密度で形成した。

10 【0034】カイラル剤を添加していない屈折率異方性 $\Delta n=0.134$ 、誘電異方性 $\Delta \epsilon=9.5$ のフッ素系ネマチック液晶を基板1、20間に注入し、液晶14の等方相転移温度以上の温度で1時間アニール処理後、室温に冷却した。この状態では、液晶14はスプレイ配向状態となっていた。なお、液晶14のプレチルトを調べるために、同様の配向処理をしたプレチルト評価用セルを作製した。その測定結果より、ここで用いた配向膜15と液晶の組み合わせで得られるプレチルト角は約5°であることがわかった。

20 【0035】この液晶表示パネルの画素電極と共通電極間に5Vの電圧を加えると、当初のスプレイ配向領域がπツイスト配向へと、数秒以内に転移した。偏光顕微鏡下で電圧印加時の配向転移の様子を観察すると、垂直配向性の凸部41から効果的に、核が発生し、成長していく過程が観察された。なお、凸部41の厚みは、基板1、20間のギャップ以下であれば良いが、配向転移促進効果を高めるために、セルギャップの半分程度とすることが好ましい。

30 【0036】この発明の第3の実施の形態を図4および図5により説明する。図4および図5はこの発明の第3の実施の形態の液晶表示パネルの1画素の平面図および断面図である。実際のパネルは、対角26cmの縦640(×RGBトリオ)×横480の画素で構成されている。図5は図4の一点鎖線部22の断面図である。下基板1上には、ITOの画素電極2および、画素電極2を駆動する能動素子である薄膜トランジスタ3が形成してある。上基板20上には、クロムからなるブラックマトリクス遮光層4とカラーフィルタ5、ITOの共通電極7を形成している。遮光層4は開口部以外をすべて覆っている。それぞれの電極2、7上には可溶性のポリイミドからなる配向膜15を塗布した。配向処理はラビングによって行った。それぞれの基板1、20のラビング方向は、下基板1のラビング方向を点線矢印Aで、上基板20のラビング方向を実線矢印Bで示した。

40 【0037】直径8ミクロンの球形スぺーサと混合して、直径4μmのビーズ31を分散した。8μmビーズと4μmビーズの分散密度は、それぞれ約200個/mm<sup>2</sup>と約400個/mm<sup>2</sup>とした。4μmのビーズ31の表面は、疎水性基を有するシランカップリング剤処理を行って、その表面で液晶が垂直配向するように処理し

たものである。この分散密度では、RGB各1画素あたりに平均10個以上の4 $\mu$ mビーズが存在する計算となり、実際ほぼ全ての画素で、4 $\mu$ mビーズの存在が確認できた。なお、図4および図5では、8 $\mu$ m径のスペーサビーズは省略してある。

【0038】カイラル剤を添加していない屈折率異方性 $\Delta n=0.134$ 、誘電異方性 $\Delta \epsilon=9.5$ のフッ素系ネマチック液晶を注入し、液晶14の等方相転移温度以上の温度で1時間アニール処理後、室温に冷却した。この状態では、液晶は、スプレィ配向状態となっていた。

なお液晶14のプレチルトを調べるために、同様の配向処理をしたプレチルト評価用セルを作製した。その測定結果より、ここで用いた配向膜15と液晶14の組み合わせで得られるプレチルト角は約5°であることがわかった。

【0039】この液晶表示パネルの画素電極2と共通電極7間に5Vの電圧を加えると、当初存在していたスプレィ配向領域が $\pi$ ツイスト配向またはベンド配向へと転移した。 $\pi$ ツイスト配向かベンド配向かの区別は、明確にはできなかった。偏光顕微鏡下で電圧印加時の配向転移の様子を観察すると、4 $\mu$ mのビーズ31から効果的に $\pi$ ツイスト配向の核が発生し、成長していく過程が観察された。5Vの電圧を1分間加えた後に配向状態を調べたところ、配向欠陥はほとんどなく、ほぼ全ての画素で $\pi$ ツイスト配向またはベンド配向が得られた。無作為に約1000画素をサンプリングして調べたところ、スプレィ配向が残存する配向欠陥の画素は0.7%であった。これらの画素では、表面が垂直配向性の4 $\mu$ mのビーズ31が存在しなかったために、配向転移が起こらなかったと推定された。

【0040】この第3の実施の形態の比較例2を以下に示す。すなわち、表面が垂直配向性の4 $\mu$ mビーズを分散しなかった以外は、第3の実施の形態と同様にして液晶表示パネルを作製した。アニール後の液晶配向状態は、第1の実施の形態と同様に、スプレィ配向となっていた。この液晶表示パネルの画素電極2と共通電極7間に5Vの電圧を加え、1分後に配向状態を調べたところ、スプレィTN配向領域が多数残存していた。無作為に約1000画素をサンプリングして調べたところ、配向欠陥が存在する画素は54%に達した。

【0041】この発明の第4の実施の形態を図6および図7により説明する。図6および図7はこの発明の第4の実施の形態の液晶表示パネルの1画素の平面図および断面図である。実際のパネルは、対角26cmの縦640( $\times$ RGBトリオ) $\times$ 横480の画素で構成されている。図7は図6の一点鎖線部23の断面図である。下基板1上には、ITOの画素電極2および、画素電極2を駆動する薄膜トランジスタ3が形成してある。上基板20上には、クロムからなるブラックマトリクス遮光層4とカラーフィルタ5、ITOの共通電極7を形成してい

る。遮光層4は開口部以外をすべて覆っている。そして、下基板1の配向膜15上には、表面が垂直配向性の高さ3ミクロンで1辺10 $\mu$ mの正方形平面形状をもつ凸部32を形成してある。

【0042】配向膜15は可溶性のポリイミドで形成し、配向処理はラビングによって行った。それぞれの基板1、20のラビング方向は、下基板1のラビング方向を点線矢印Aで、上基板20のラビング方向を実線矢印Bで示した。直径7ミクロンの球形スペーサを散布して、セル厚約7ミクロンの空セルを組み立てた。そして、カイラル剤を添加していない屈折率異方性 $\Delta n=0.134$ 、誘電異方性 $\Delta \epsilon=9.5$ のフッ素系ネマチック液晶を注入し、液晶14の等方相転移温度以上の温度で1時間アニール処理後、室温に冷却した。この状態では、液晶14は、スプレィ配向状態となっていた。

【0043】なお液晶14のプレチルトを調べるために、同様の配向処理をしたプレチルト評価用セルを作製した。その測定結果より、ここで用いた配向膜と液晶の組み合わせで得られるプレチルト角は約5°であることがわかった。この液晶表示パネルの画素電極2と共通電極7間に5Vの電圧を加えると、当初存在していたスプレィ配向領域が $\pi$ ツイスト配向またはベンド配向へと転移した。 $\pi$ ツイスト配向かベンド配向かの区別は、明確にはできなかった。

【0044】偏光顕微鏡下で電圧印加時の配向転移の様子を観察すると、垂直配向性の凸部32から効果的に $\pi$ ツイスト配向の核が発生し、成長していく過程が観察された。また5Vの電圧を1分間加えた後に配向状態を調べたところ、配向欠陥はまったくなく、全ての画素で $\pi$ ツイスト配向またはベンド配向が得られた。この第4の実施の形態では垂直配向性の凸部32を下基板1の画素電極2上に形成したが、上基板20の共通電極7上、または両方の基板1、20に形成しても同様な効果が得られる。

【0045】この発明の第5の実施の形態を図8および図9により説明する。図8および図9はこの発明の第5の実施の形態の液晶表示パネルの1画素の平面図および断面図である。実際のパネルは、対角26cmの縦640( $\times$ RGBトリオ) $\times$ 横480の画素で構成されている。図9は図8の一点鎖線部24の断面図である。この第5の実施の形態では、ITOの画素電極2が、配線上に形成した透明誘電体膜16上に形成されている。画素電極2はソース配線の上に、ソース配線とオーバーラップする形で構成されている。それ以外は第3の実施の形態とまったく同様の構成で、表面が垂直配向性の直径4 $\mu$ mのビーズ33を分散してある。

【0046】この画素電極2-ソース配線をオーバーラップする構成を有する手段により、ソース配線と画素電極2間に発生する横電界が弱まり、液晶分子を立たせる方向の縦電界を、発生したベンド配向または $\pi$ ツイスト

配向のドメインが成長できるしきい値電界以上に大きくすることができる。この液晶表示パネルの画素電極2と共通電極7間に5Vの電圧を加えると、当初存在していたスプレイ配向領域がπツイスト配向またはベンド配向へと転移した。πツイスト配向かベンド配向かの区別は、明確にはできなかった。

【0047】偏光顕微鏡下で電圧印加時の配向転移の様子を観察すると、4μmのピーズ33から効果的にπツイスト配向の核が発生し、成長していく過程が観察された。また5Vの電圧を1分間加えた後に配向状態を調べたところ、配向欠陥はまったくなく、全ての画素でπツイスト配向またはベンド配向が得られた。なお、この第5の実施の形態では、表面が垂直配向性の4μmピーズ33が存在しない画素でも、ベンド配向またはπツイスト配向が得られた。これは、この第5の実施の形態では、ドメインが配線を越えて、隣の画素にまで成長できるためである。

【0048】また、第5の実施の形態の液晶表示パネルに初期的に20Vの電圧を1秒間印加すると、全画素の配向転移が確認できた。このように、液晶に通常の表示状態で加えられる駆動電圧(5V程度)すなわち電界よりも、大きな電圧(電界)を印加すると、配向転移が確実に、短時間で可能であることが実証された。なお、ベンド配向またはπツイスト配向は、あるしきい値以下の電界強度では、再びスプレイ配向へ戻ってしまうため、配向を保持するための一定の電界は、表示中常に加えておくことが好ましいのはいうまでもない。

【0049】また、プレチルト角が大きいほど、ベンド配向またはπツイスト配向ドメインの成長速度は大きく、配向を保持するための電界強度は小さくてよい。検討の結果、液晶のプレチルト角は3°以上が好適であることがわかった。とくに全ての領域で3°以上に設定するのが好ましい。また、この発明において、全ての画素に対応して、少なくとも1箇所以上の核発生手段を設けているのが好ましい。

【0050】また、この発明に用いられる液晶材料は、フッ素系の材料に限定するものではなく、シアノ系の液晶など誘電率異方性が正の材料系であれば、使用が可能である。しかし、アクティブマトリクス型液晶表示パネル用には、電圧保持率が高く、信頼性に優れたフッ素系の材料を主成分とする液晶組成物を用いることが、とくに好ましい。

#### 【0051】

【発明の効果】請求項1記載の液晶表示パネルによれば、電極間に電圧を印加すると、スプレイ配向の歪みが増大し、スプレイン配向の中にベンド配向またはπツイスト配向をもつ正常ドメインの核が発生し、安定なベンド配向またはπツイスト配向への転移が起こる。このとき、核発生手段によりベンド配向またはπツイスト配向をもつ正常ドメインの核が多く発生し成長し、短時間に

ドメインが全領域に広がる。このように、核発生手段により、配向ドメインの核発生密度が高くなり、転移が効率よく行なわれ、全体に配向欠陥のない均一配向が可能となる。したがって、高品位なOCB方式の液晶表示パネルを得ることができる。

【0052】請求項2記載の液晶表示パネルによれば、請求項1の効果のほか、基板間の中央部の液晶がハイブリッド配向となり、電界印加により発生するベンド配向またはπツイスト配向に近い配向状態を初期からとっていることになり、基板間に電界を印加することにより、ハイブリッド配向部分がさらに安定化し、ベンド配向またはπツイスト配向のドメイン発生核となつて、この部分の配向が周りに広がって行く。したがって、全体の配向転移がより一層効率よく行なわれる。

【0053】請求項3記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、液晶内の全体に分散させやすく、均一な配向が得やすい。請求項4記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、粒径の制御性が優れる。請求項5記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、凸部の大きさを制御しやすい。

【0054】請求項6記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、ベンド配向またはπツイスト配向のドメインの成長速度を大きくできるとともに、配向を保持するための電界強度は小さくすることができる。すなわち、スプレイ配向とのエネルギー差を大きくして、ベンド配向またはπツイスト配向ドメインを成長しやすくすることができる。

【0055】請求項7記載の液晶表示パネルによれば、請求項2と同効果がある。請求項8記載の液晶表示パネルによれば、請求項2の効果のほか、配向の安定性に優れる。請求項9記載の液晶表示パネルによれば、請求項2と同効果がある。請求項10記載の液晶表示パネルによれば、請求項9の効果のほか、アクティブマトリクス液晶表示パネルの全ての画素で、確実にスプレイ配向からベンド配向またはπツイスト配向への転移を起こさせ、配向不良による表示欠陥をなくすることができる。

【0056】請求項11記載の液晶表示パネルによれば、請求項9の効果のほか、全画素に核発生手段が存在しない場合でも、全画素の配向転移が可能になる。請求項12記載の液晶表示パネルによれば、請求項1の効果のほか、より確実に配向転移を起こすことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態の液晶表示パネルを示し、(a)はその断面模式図、(b)は液晶表示パネルの液晶配向状態を模式的に示した断面図である。

【図2】第1の実施の形態に基づくスプレイ配向からベンド配向への転移をあらわす模式図である。

【図3】第2の実施の形態の液晶表示パネルの液晶配向状態を模式的に示した断面図である。

【図4】第3の実施の形態の液晶表示パネルの部分拡大



平面図である。

【図5】図4における一点鎖線22に沿った矢印方向の断面図である。

【図6】第4の実施の形態の液晶表示パネルの部分拡大平面図である。

【図7】図6における一点鎖線23に沿った矢印方向の断面図である。

【図8】第5の実施の形態の液晶表示パネルの部分拡大平面図である。

【図9】図8における一点鎖線24に沿った矢印方向の断面図である。

【符号の説明】

1 下基板

2 画素電極

3 薄膜トランジスタ

5 カラーフィルタ

7 共通電極

12 核発生手段である表面が垂直配向性のビーズ

13 液晶分子

14 液晶

15 配向膜

20 上基板

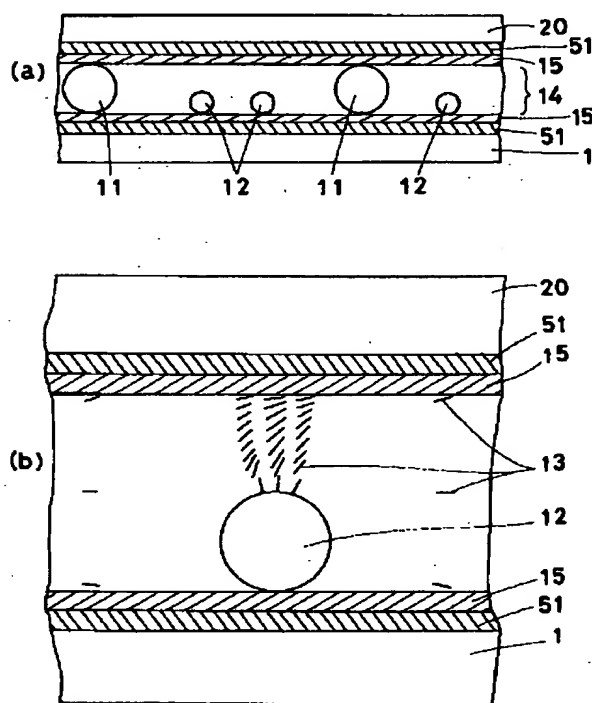
31 表面が垂直配向性のビーズ

32 表面が垂直配向性の凸部

33 表面が垂直配向性のビーズ

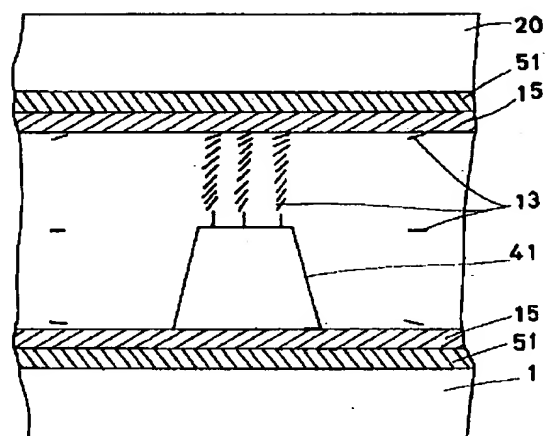
41 表面が垂直配向性の凸部

【図1】



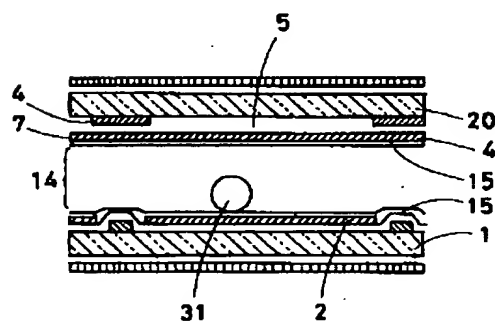
1...下基板  
12...核発生手段である表面が垂直配向性のビーズ  
13...液晶分子  
14...液晶  
15...配向膜  
20...上基板

【図3】



41...表面が垂直配向性の凸部

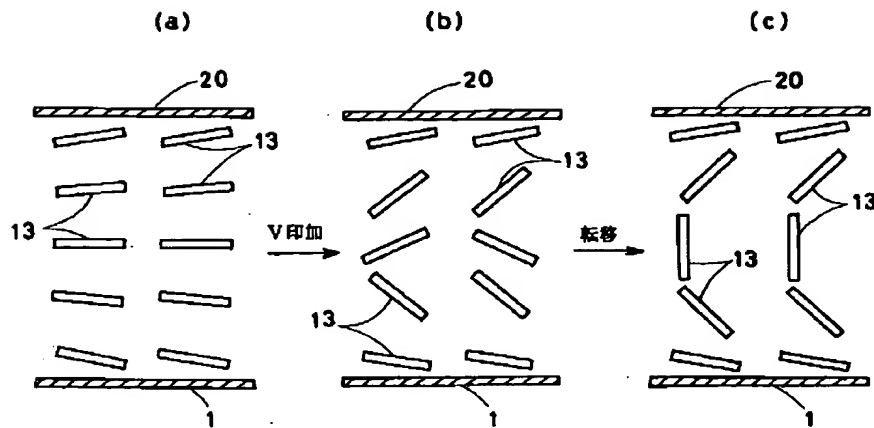
【図5】



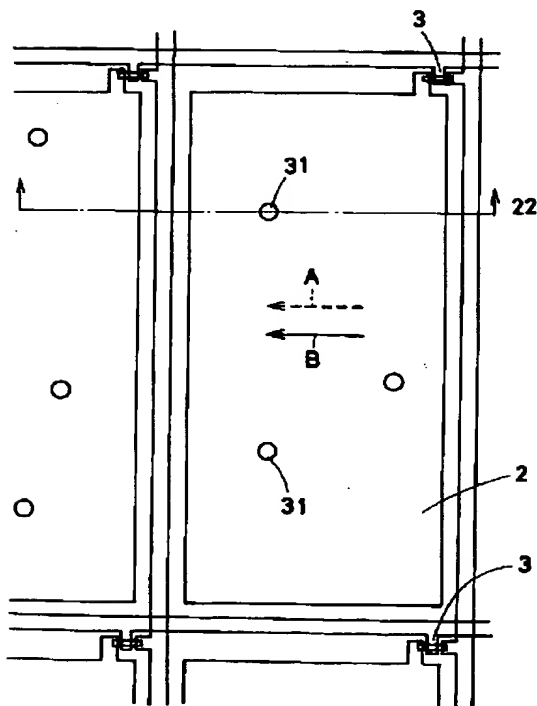
1...下基板  
2...画素電極  
5...カラーフィルタ  
7...共通電極



【図2】

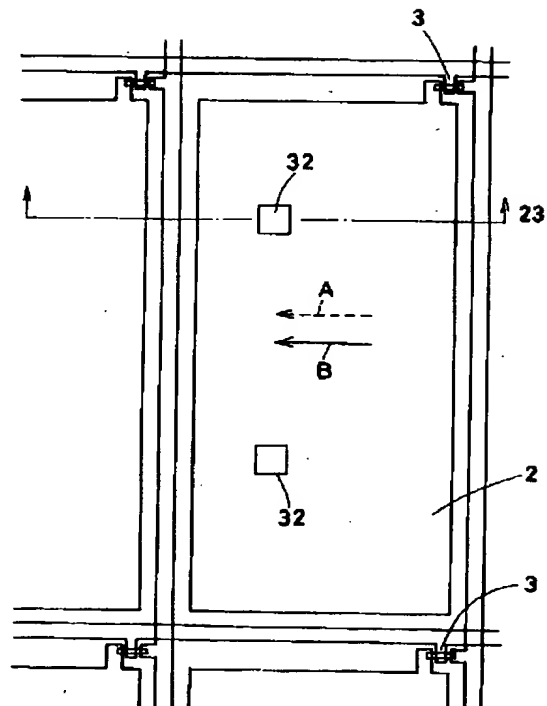


【図4】



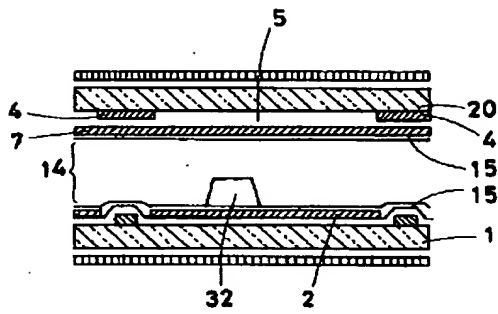
3…薄膜トランジスタ  
31…表面が垂直配向性のビーズ

【図6】

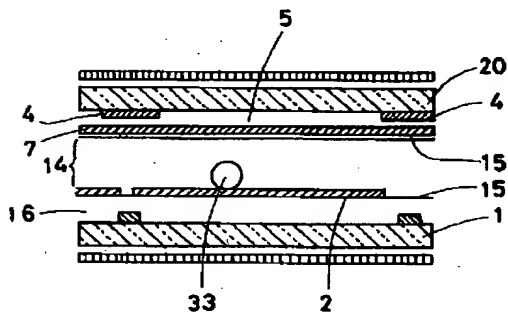


32…表面が垂直配向性の凸部

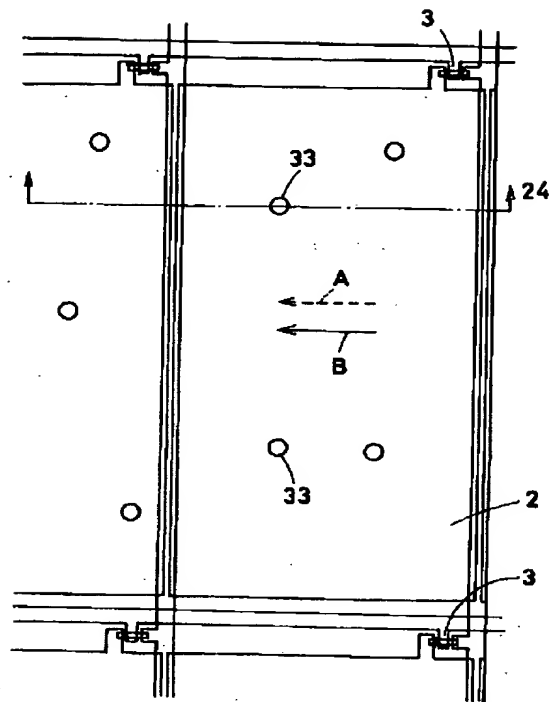
【図7】



【図9】



【図8】



33…表面が垂直配向性のビーズ